

## Rośliny w Kosmosie

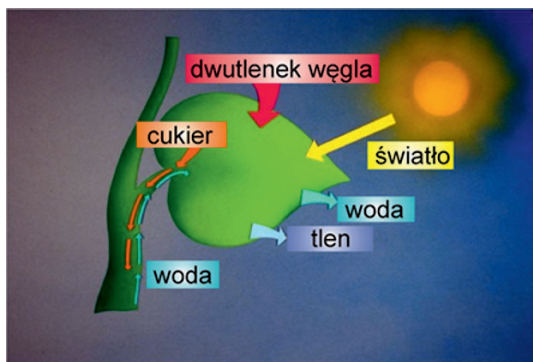
Jeden z projektów naukowych, którym zajmują się astronauta na pokładzie Międzynarodowej Stacji Kosmicznej od początku jej istnienia, dotyczy uprawy roślin w warunkach mikrogravitacji. Jaki jest cel tych badań?

Nie chodzi oczywiście o hobbystyczną hodowlę kwiatków doniczkowych, czy też o zaspokajanie naturalnej ludzkiej ciekawości. Korzyści płynące z uprawy roślin na pokładzie stacji kosmicznej są bardzo duże. Rośliny wytwarzają tlen, pochłaniają dwutlenek węgla oraz mogą być wykorzystane do oczyszczania wody pitnej. Stanowią one również składnik zdrowej diety. Wydajna hodowla roślin umożliwia więc obniżenie kosztów związanych z zaopatrzeniem stacji kosmicznej w świeże powietrze, wodę i jedzenie, a przy okazji naukowcy poznają wiele ciekawych szczegółów dotyczących wzrostu roślin.

Rośliny w ciągu milionów lat przystosowały się do różnorodnych warunków panujących na powierzchni Ziemi. Jak wszystkie organizmy żywe, potrzebują one energii, pożywienia, powietrza i wody. Obecny w ich tkankach barwnik – chlorofil – umożliwia roślinom wykorzystanie energii promieniowania słonecznego do wytwarzania złożonych związków chemicznych (cukrów) z prostszych cząsteczek (dwutlenku węgla i wody). Oprócz cukrów, które służą roślinie jako pożywienie i element budulcowy, powstaje przy okazji tlen uwalniany przez rośliny do atmosfery. Zjawisko to nosi nazwę fotosyntezy od greckich słów oznaczających „światło” (*photo*) oraz „proces łączenia” (*synthesis*).



Rośliny w Kosmosie



Schemat procesu fotosyntezy

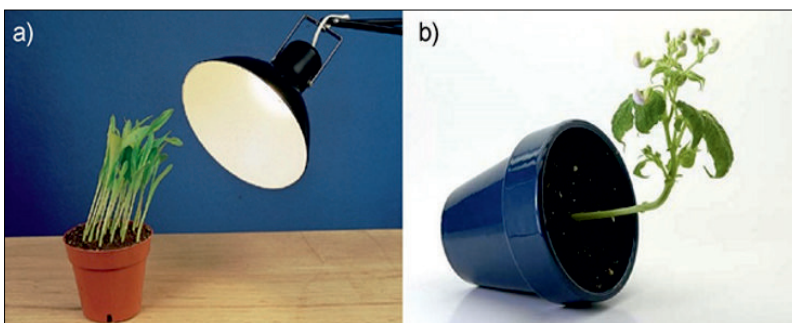
Rośliny w procesie fotosyntezy wylapują z atmosfery dwutlenek węgla i uwalniają tlen, zatem uprawa roślin może służyć do utrzymywania odpowiedniego składu powietrza na pokładzie stacji kosmicznej. Rośliny można też wykorzystać do filtrowania wody. Woda pobierana z podłoża przez korzenie wędruje w górę rośliny i zostaje częściowo odparowana z powierzchni liści. Jest ona pozbawiona wielu zanieczyszczeń i może być wykorzystana jako woda pit-

na. Wystarczy przyczepić do gałęzi z liśćmi szczelny, czysty worek plastikowy i poczekać aż zbierze się w nim woda.

Czy uprawa roślin w Kosmosie różni się czymś od tej na powierzchni Ziemi? Otóż okazuje się, że obecność ziemskiego pola grawitacyjnego jest istotnym elementem w procesie wzrostu roślin. Innym ważnym czynnikiem wpływającym na kierunek wzrostu jest światło słoneczne. Łodygi roślin rosną ku górze oraz w stronę źródła światła, natomiast korzenie rosną w dół, w stronę przeciwną do źródła światła słonecznego. Zmiana kierunku wzrostu rośliny pod wpływem światła nosi nazwę fototropizmu lub heliotropizmu, a zmiana pod wpływem kierunku pola grawitacyjnego nazywa się grawitropizmem lub geotropizmem (po grecku *tropos* oznacza zwrot).



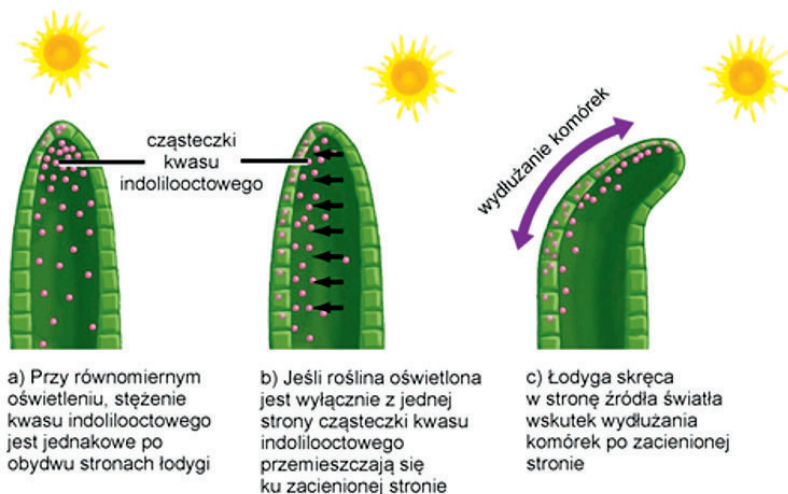
Zbieranie wody parującej z powierzchni liści



Fototropizm (a) i grawitropizm (b) w przypadku łodygi rośliny

Kierunek wzrostu rośliny jest kontrolowany przez tzw. hormony roślinne, należące do grupy związków chemicznych noszących nazwę auksyn. Substancje te produkowane są na czubku łodygi oraz korzenia (w tzw. stożkach wzrostu) i przekazywane od jednej komórki do drugiej. Jednym z tych hormonów jest kwas indolilooctowy. W zależności od jego stężenia komórki albo pobudzane są do wzrostu i podziału, albo ich wzrost jest hamowany, przy czym wpływ hormonu jest diametralnie różny w przypadku komórek korzenia i łodygi. Duże stężenie kwasu indolilooctowego w komórkach łodygi powoduje ich podział i wydłużanie. Natomiast jeśli związek ten znajduje się w dużej ilości w komórkach korzenia powoduje to hamowanie procesów wydłużania i podziału komórek.

Stężenie hormonu w komórkach zależy od ilości padającego na nie światła. Jeśli łodyga rośliny oświetlona jest równomiernie z każdej strony, stężenie kwasu indolilooctowego jest takie same w każdej komórce. Wszystkie części łodygi i korzenia rosną wówczas w jednakowym tempie. Jeśli jednak światło pada na roślinę wyłącznie z jednej strony, stężenie kwasu indolilooctowego po zaciętej stronie rośliny rośnie i w efekcie wydłużania komórek łodyga skręca w stronę światła.

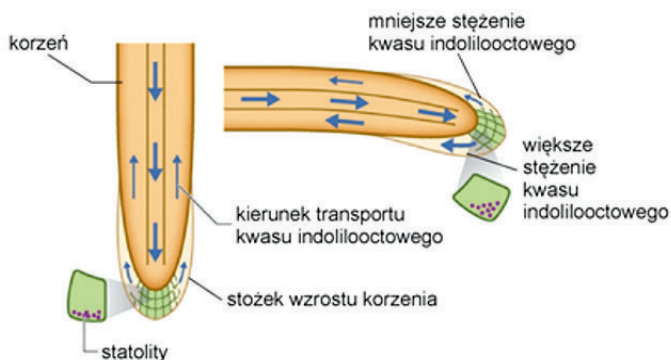


#### Zmiana kierunku wzrostu łodygi pod wpływem kwasu indoliloctowego

Efekt działania kwasu indoliloctowego w komórkach korzenia jest przeciwny do efektu obserwowanego w komórkach łodygi. Jeśli oświetlimy korzenie rośliny, to stężenie kwasu indoliloctowego po nieoświetlonej stronie korzenia wzrośnie. W tym przypadku gromadzenie się hormonu w komórkach powoduje hamowanie procesu ich wzrostu i podziału, skutkiem czego korzeń zakręca w stronę przeciwną niż ta, z której pada światło.

Stężenie auksyny w komórkach łodygi i korzenia zależy także od kierunku pola grawitacyjnego. Jeśli doniczkę z kiełkującym nasionkiem przewróci się na bok i umieści w całkowicie zaciemnionym pomieszczeniu, mimo braku oświetlenia łodyga zakręci ku górze, a korzeń w dół.

Wpływ pola grawitacyjnego na kierunek wzrostu korzenia można wyjaśnić w następujący sposób. Na samym czubku korzenia znajduje się grupa komórek wyposażonych w organella zwane statolitami. We wnętrzu statolitów zgromadzone są ziarna skrobi. Gęstość statolitów jest większa niż gęstość otaczającej je cytoplazmy, wskutek czego opadają one pod wpływem grawitacji. Wywołuje



#### Zmiana kierunku wzrostu korzenia pod wpływem kwasu indoliloctowego

to cały szereg procesów, w których następnie stężenie kwasu indoliloctowego rośnie w komórkach znajdujących się w dolnej części stożka wzrostu korzenia. Powoduje to hamowanie podziału i wzrostu komórek w tym obszarze i w konsekwencji korzeń zakręca w dół.

Amerykańska Narodowa Agencja Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej (NASA) finansuje aktualnie eksperyment o nazwie „Rośliny w Kosmosie”. W projekcie tym biorą udział astronauta znajdujący się na pokładzie stacji oraz uczniowie wielu gimnazjów i szkół średnich. Podstawowym celem badań jest sprawdzenie, w jaki sposób białe światło wzbogacone w niebieskim zakresie widma wpływa na kierunek wzrostu korzeni rośliny w warunkach mikrogravitacji. W tym celu uczniowie i nauczyciele porównują obserwacje wykonane w klasowym laboratorium kontrolnym z wynikami astronautów, publikowanymi codziennie w Internecie. Roślina, którą wybrano do eksperymentu ze względu na jej szybkie kiełkowanie i bardzo krótki czas wzrostu korzeni, to kapusta polna.



Kapusta polna

Komora eksperymentalna  
na powierzchni Ziemi

Komora eksperymentalna na pokładzie  
Międzynarodowej Stacji Kosmicznej

Bez oświetlenia



Z oświetleniem



Wyniki pierwszej serii eksperymentu przeprowadzonego na powierzchni Ziemi oraz na pokładzie Międzynarodowej Stacji Kosmicznej, bez oświetlenia i z oświetleniem

Nasiona sadzi się w plastikowych pojemnikach, np. po lekach, wypełnionych przezroczystym żelom umożliwiającym obserwację korzeni roślin. Pojemniki umieszcza się w zaciemnionej komorze (na przykład z pudełka po butach), a jako oświetlenia można użyć białych diodowych lampek choinkowych. Opis projektu oraz instrukcje dotyczące stworzenia własnego laboratorium kontrolnego znaleźć można pod adresem: <http://www.bioedonline.org/lessons-and-more/resource-collections/experiments-in-space/plants-in-space/>. Miłego eksperymentowania!

Ilustracje pochodzą ze stron internetowych:

holykaw.alltop.com

plantscience4u.com

shtfpreparedness.com

zielonotu.pl

csis-text3.c.u-tokyo.ac.jp

sciencephoto.com

edscitutors.co.uk

163.16.28.248/bio/activelearner/36/ch36c2.html

flickr.com/photos/32587739@N07/collections/72157627721483998/



KC